

# Robot Pololu

## Gestion de projet et Partie Électronique

### 1-Introduction

Ce projet va consister à construire un robot suiveur de ligne et détecteur d'obstacle (avec option vision par la suite pour le BUT2) à partir d'un châssis polyvalent qui se compose d'une base plastique usinée par laser, laquelle est dotée de multiples perçages (idéal pour la fixation de platines, support de piles, ...). Elle est associée à 2 moteurs à courant continu (avec réducteurs), à des roues et à une ou deux roues folles au centre.



Ce projet s'inscrit dans un projet pluridisciplinaire puisque la conception de ce robot va faire intervenir les disciplines suivantes : électronique, informatique industrielle (programmation d'un microcontrôleur), électrotechnique (moteurs à courant continu) et

électronique de puissance (alimentation à découpage, commande des moteurs).

Ce projet servira d'exemple pour les TD et TP de gestion de projets. L'étude de ce projet s'appuiera sur un logiciel mathématiques et un logiciel de simulation. Des mesures seront effectuées à l'aide de plaques d'expérimentation. Les cartes seront fabriquées grâce à un logiciel de conception de typons. L'utilisation d'un compilateur C performant permettra de mettre au point rapidement les programmes.

## **2-Gestion d'un projet complexe sous ISIS Proteus 7**

Dans le cas de la conception d'une carte électronique complexe dans ISIS Proteus (avec des capteurs, des interrupteurs, le traitement des signaux analogiques, le traitement des informations numériques, un ou plusieurs microcontrôleurs, des afficheurs, des appareils de mesure, etc.) il n'est plus possible de câbler tous les composants sur la même feuille : le montage deviendrait totalement illisible. La solution consiste alors à limiter le nombre de fils tracés, et à aérer le montage en le répartissant sur plusieurs feuilles ou en le décomposant en différents sous-circuits remplissant chacun une fonction électronique bien précise.

### **➤ Étiqueter les fils**

Afin de limiter le nombre et la longueur des fils tracés, il faut étiqueter les fils en leur donnant un LABEL. Pour cela, il faut cliquer droit sur un fil puis cliquer sur « Placer label de fil ». Tous les points du circuit possédant le même label sont électriquement connectés ensemble pour Proteus, même si les labels sont utilisés dans des feuilles différentes. On peut également ajouter au fil un symbole entrée (INPUT) ou sortie (OUTPUT) pour indiquer la direction de l'information. Ces symboles sont accessibles à partir du mode terminal. Il ne reste plus qu'à donner ensuite un LABEL aux symboles.

### **➤ Utiliser les bus**

Si un grand nombre de fils parallèles ont été supprimés et remplacés par des labels, il est alors possible de matérialiser ces fils sur le schéma afin d'en faciliter la lecture. En effet, un montage entièrement fait avec des labels et sans aucune connexion entière est très dur à relire et donc à faire évoluer. Pour matérialiser un ensemble de fils il faut utiliser les BUS. Pour tracer un bus dans Proteus, il faut cliquer sur le bouton « Mode bus », tracer le bus sur le fond de la feuille, et double-cliquer pour terminer le bus. Dans Proteus un bus n'a aucun pouvoir de connexion électrique : il s'agit seulement d'un élément visuel pour aider à la lecture du schéma. Seuls les labels placés sur les différents fils arrivant ou partant du bus assurent la connexion électrique.

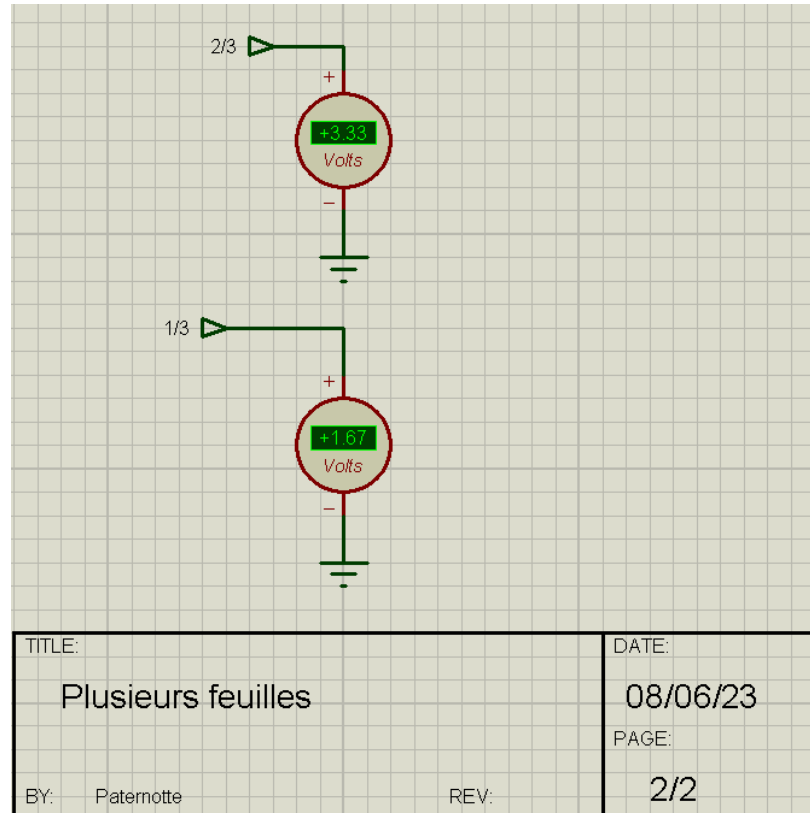
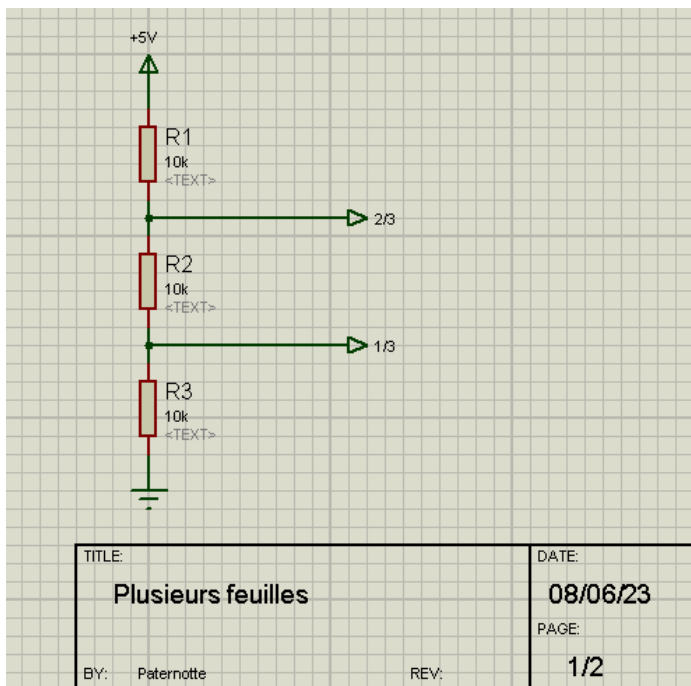
### ➤ **Répartir le montage complexe sur plusieurs feuilles**

Il est souvent intéressant de diviser le montage global sur différentes feuilles afin d'alléger chaque schéma électronique. On peut par exemple dessiner une seule fonction électronique par feuille. Les labels réalisent les connexions d'une feuille à l'autre. Pour créer une nouvelle feuille cliquez sur « Nouvelle feuille » dans le menu projet. Pour donner un titre à la feuille courante cliquez sur « Edit propriété de la feuille » dans le menu projet puis renseignez le champ « Titre de la feuille ». Pour passer d'une feuille à une autre, on peut soit aller dans le menu Projet, soit utiliser les raccourcis clavier page suivante et page précédente.

### ➤ **Créer un cartouche pour chaque feuille**

Un cartouche est une zone d'information concernant le document. Traditionnellement le cartouche est un rectangle placé en bas et à droite de la feuille. Pour placer une cartouche, cliquer sur le mode symbole graphique, puis cliquer sur P (Pick Symbols) et choisir HEADER. Pour remplir le cartouche, il faut cliquer sur « Edit propriété du projet » dans le menu Projet et compléter les informations.

- Créer 2 feuilles et 2 cartouches pour la carte principale et la carte afficheur
- Placer un générateur de tension de 5V (Vcc) sur la carte principale et vérifier à l'aide d'un voltmètre que l'on peut récupérer cette tension sur la carte afficheur.



### ➤ Créer des sous-circuits

Un sous-circuit permet d'encapsuler tout un montage électronique dans un simple rectangle possédant des entrées et des sorties.

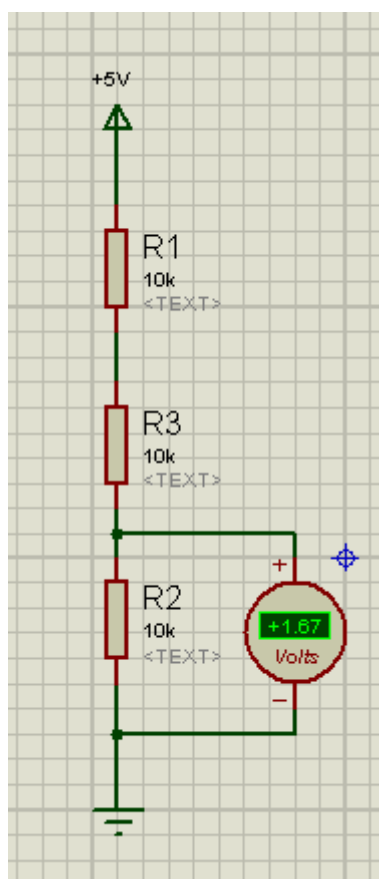
Pour créer un sous-circuit, cliquer sur le bouton « Mode sous-circuit » puis tracer le rectangle symbolisant le sous-circuit. Pour ajouter des entrées au sous-circuit, cliquez sur INPUT dans le mode sous-circuit, puis cliquez sur le bord gauche du rectangle du sous-circuit. Pour ajouter des sorties au sous circuit, cliquez sur OUTPUT dans le mode sous-circuit, puis cliquez sur le bord - page 4 - droit du rectangle du sous-circuit. Donnez un nom au sous-circuit, à chaque entrée et à chaque sortie en double-cliquant

dessus. Pour éditer l'intérieur du sous-circuit, cliquer droit sur le sous-circuit puis sur « Aller à la feuille enfant » : vous pouvez alors saisir le schéma électronique interne du sous-circuit. Pour ajouter des entrées et des sorties à votre schéma interne sur la feuille enfant, utilisez INPUT et OUTPUT du « Mode terminal ».

Donnez à vos entrées et à vos sorties les mêmes noms que ceux utilisés sur le symbole du sous-circuit (en double-cliquant dessus). Pour sortir de la feuille enfant du sous-circuit, il faut cliquer sur « Revenir à la feuille parent » dans le menu Projet.

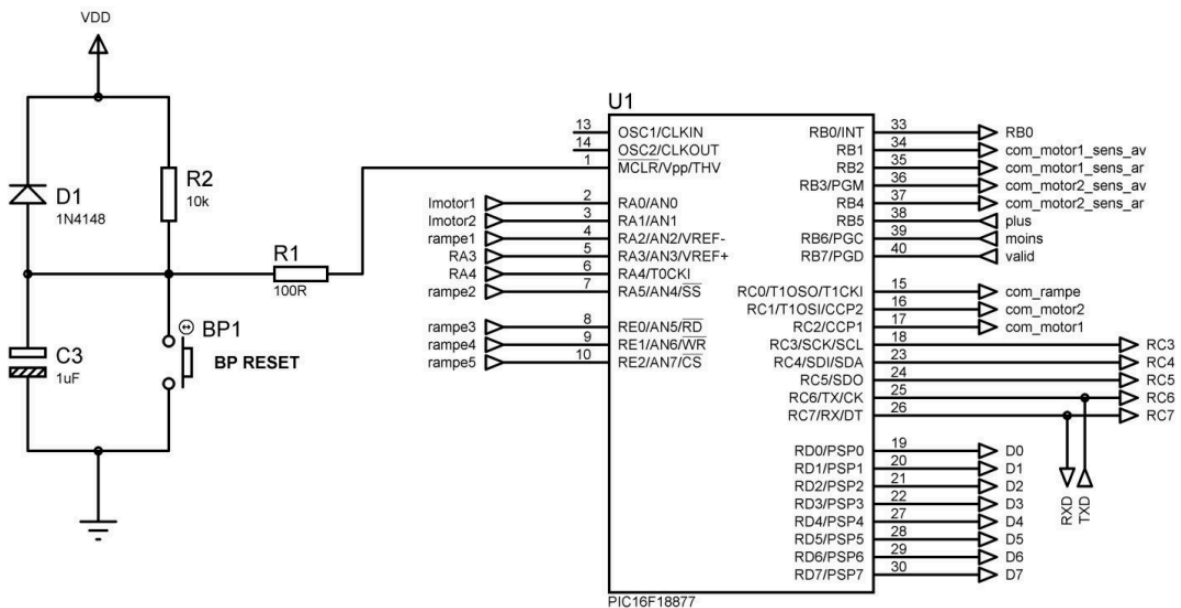
Enfin, il est parfaitement possible de créer un sous-circuit dans un sous-circuit, et structurer ainsi une carte électronique complexe en plusieurs niveaux répartis hiérarchiquement.

- Dessiner un sous-circuit diviseur de tension par 3 et vérifier avec une tension de 5V continu.



### 3-Carte Principale

#### 3-1-Schéma



#### 3-2-Etude (Saé Dirigée)

Le PIC 16F18877 possède plusieurs types d'horloge.

- Indiquer la ou les pages dans la documentation constructeur qui donnent des informations sur les types d'horloges possibles. Combien y a-t-il de types possibles ?

Sur la page 2 nous avons <<Clocking Structure>> qui nous donnent les informations sur les types d'horloge. Il y en a 5 types différents.

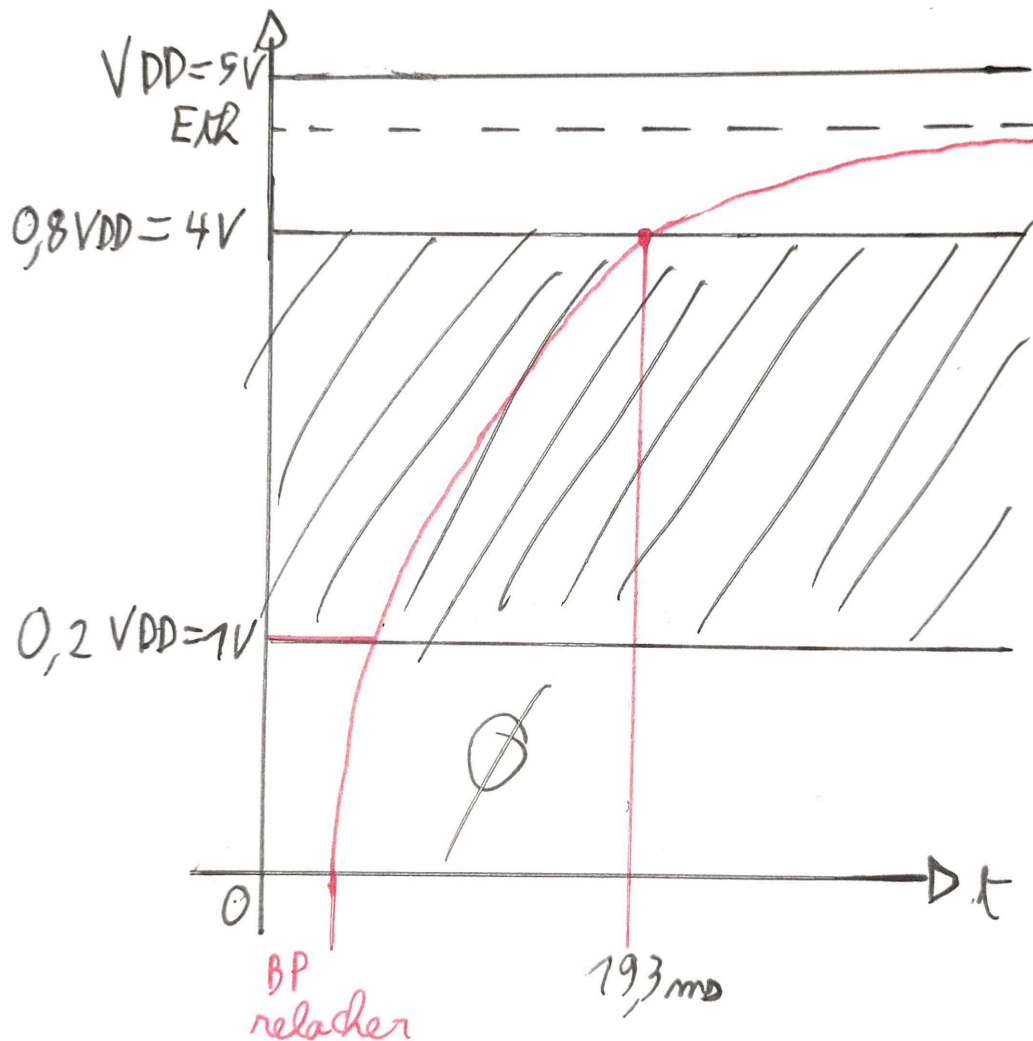
### Clocking Structure

- High-Precision Internal Oscillator:
  - Selectable frequency range up to 32 MHz
- x2/x4 PLL with Internal and External Sources
- Low-Power Internal 31 kHz Oscillator (LFINTOSC)
- External 32 kHz Crystal Oscillator (SOSC)

- A quoi sert la broche MCLR et sur quel niveau est-elle active ?

La broche MCLR est le <<master clear>> elle se situe sur la broche 1. Elle est active au niveau 0 logique.

- Dessiner l'allure de la courbe MCLR à la mise sous tension. Le 0 logique correspond à une tension comprise entre 0 et 20% de VDD.
- Donner le temps pendant lequel la tension MCLR correspond à un 0 logique.

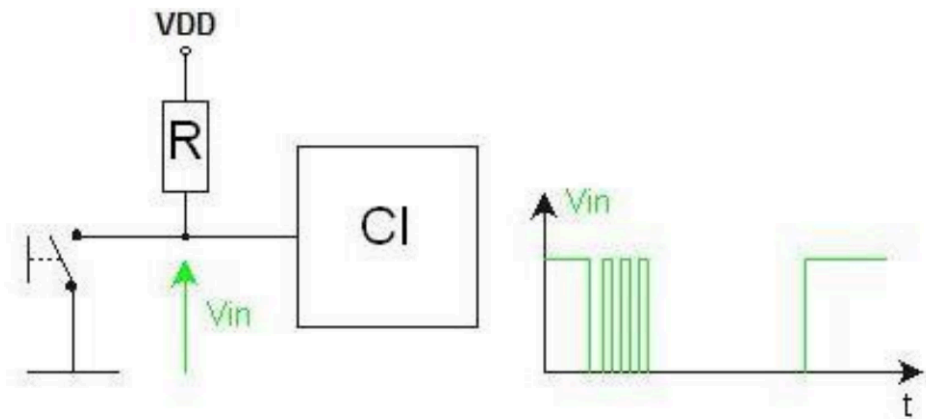


- A quoi sert la diode D1 et le bouton poussoir ?

La diode D1 sert à empêcher les court-circuits. Le bouton poussoir permet de mettre MCLR à l'état logique 0.

## 4-Les boutons poussoirs

Quand un contact mécanique est actionné, des rebonds sont générés (rebonds de la lamelle) Le passage d'un niveau haut à un niveau bas ou d'un niveau bas à un niveau haut n'est jamais direct :



La durée des rebonds est d'environ 1 ms.

Ils deviennent problématiques si le CI est déclenché sur un front montant ou descendant. Dans le cas ci-dessus, il sera déclenché 4 fois au lieu d'une seule comme on le souhaite. - page 6 - 3 solutions sont possibles pour éviter les rebonds :

- Circuit RC
- Bascule RS
- Traitement logique

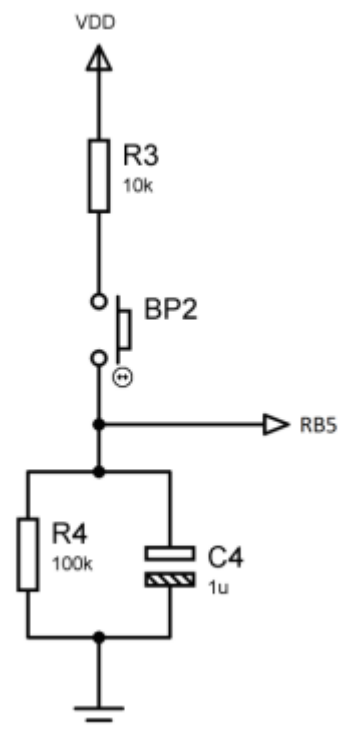
### 4-1-Schéma anti-rebonds

Nous allons nous intéresser à la première solution : un circuit RC (Résistance/Condensateur) dont la constante de temps est grande devant la période des rebonds.

### 4-2-Etude du circuit anti-rebonds (Saé TP Simulation)

Lorsqu'on appuie sur BP2, on désire avoir un 1 logique sur RB5.

Le niveau 1 logique est obtenu pour une tension supérieure à 80% de VDD.





- Déterminer l'équation du temps  $t_H$  qui correspond à l'obtention d'un 1 logique à partir de l'appui sur le bouton poussoir. Puis, faire une application numérique.

$$V_{rbs}(t) = (1 - e^{-t/\tau}) \times E_{th}$$

$$V_{rbs}(t_H) = \frac{4}{5} \times V_{dd}$$

$$V_{rbs}(t_H) = (1 - e^{-t_H/\tau}) \times \frac{10}{11} \times V_{dd}$$

$$(1 - e^{-t_H/\tau}) \times \frac{10}{11} = \frac{4}{5}$$

$$1 - e^{-t_H/\tau} = \frac{4}{5} \times \frac{11}{10}$$

$$e^{-t_H/\tau} = 1 - \frac{44}{50} = \frac{3}{25}$$

$$\frac{t_H}{\tau} = \ln \frac{3}{25} = \ln \frac{25}{3}$$

$$t_H = \tau \times \ln \frac{25}{3} = R_{th} \times C_4 \times \ln \frac{25}{3}$$

$$E_{th} = \frac{10}{11} \times V_{dd}$$

$$R_{th} = \frac{10000 \times 100000}{110000} = \frac{100000}{11}$$

$$\tau = R_{th} \times C_4$$

$$t_H = \frac{100000}{11} \times 10^{-3} \times 10^{-6} \times \ln \frac{25}{3}$$

$$t_H = 19.3 \text{ ms}$$

- Déterminer l'équation du temps  $t_L$  qui correspond à l'obtention d'un 0 logique à partir du relâchement du bouton poussoir.

Puis, faire une application numérique.

$$V_{rb5}(t_L) = \frac{1}{5} \times V_{dd} \text{ et } \tau = R_{th} \times C_4$$

$$R_{th} = R_3$$

$$\frac{1}{5} \times V_{dd} = e^{-t_L/\tau} \times \frac{10}{11} \times V_{dd}$$

$$\frac{1}{5} = e^{-Tl/\tau} \times \frac{10}{11}$$

$$e^{-Tl/\tau} = 5 \times \frac{10}{11}$$

$$\ln(e^{-Tl/\tau}) = \ln\left(\frac{11}{50}\right)$$

$$\frac{-Tl}{\tau} = \ln\left(\frac{11}{50}\right)$$

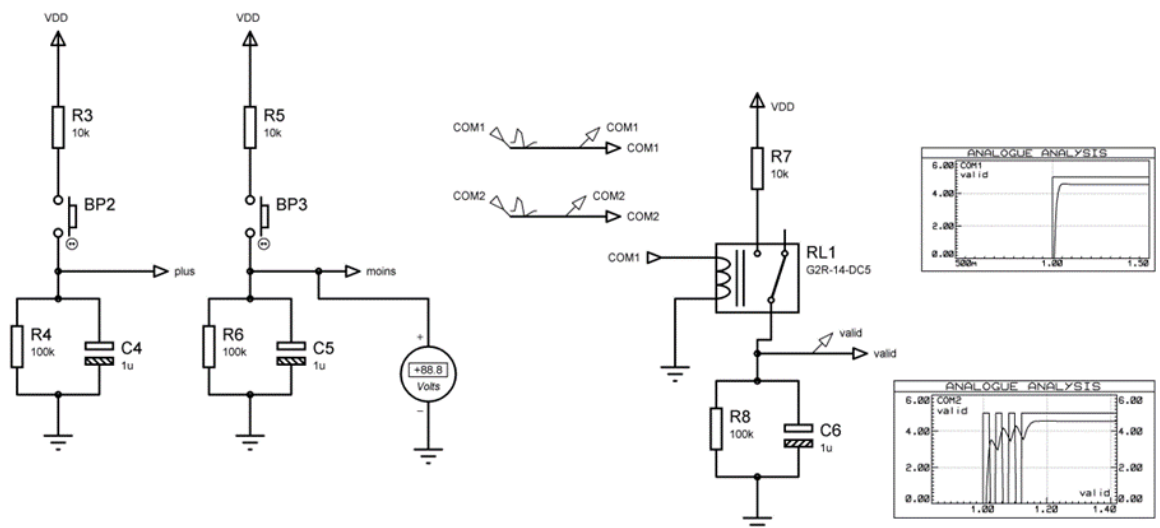
$$\frac{Tl}{\tau} = -\ln\left(\frac{11}{50}\right)$$

$$Tl = \ln\left(\frac{11}{50}\right) \times \tau = \ln\left(\frac{11}{50}\right) \times R3 \times C4$$

$$Tl = \ln\left(\frac{11}{50}\right) \times 100 \times 10^{-3} \times 10^{-6} = 151 \text{ ms}$$

#### 4-3-Simulation (Saé TP Simulation)

- Dessiner 2 circuits anti-rebonds avec 2 boutons poussoirs BP2 et BP3 sur une nouvelle feuille.
- Faire une simulation du bouton poussoir à l'aide d'un générateur PWLIN et d'un relais G2R-14-DC5.



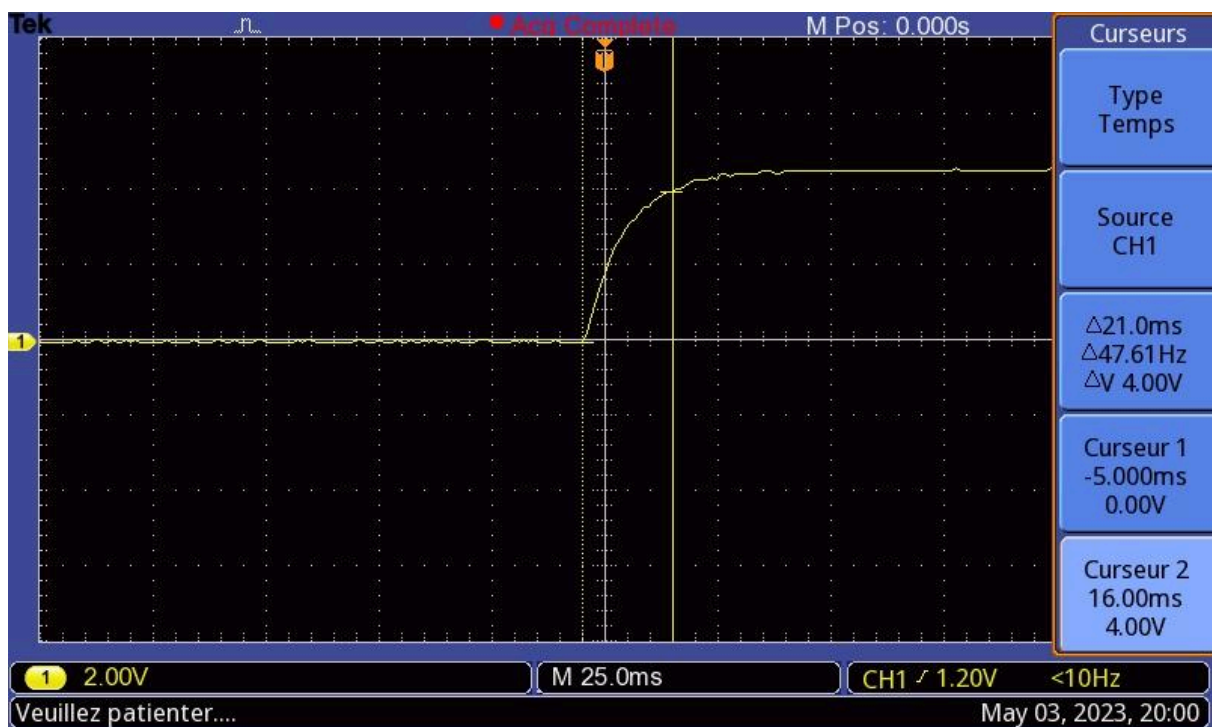
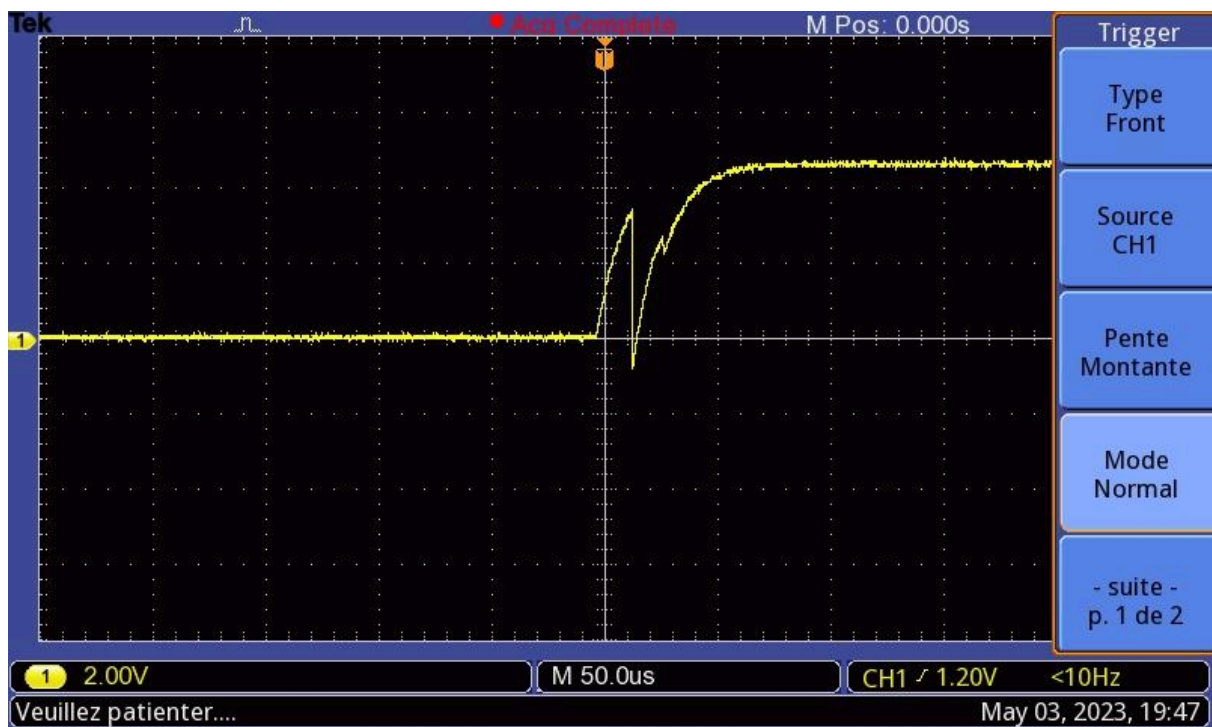
- Mesurer les temps TH et le temps TL, puis comparer par rapport à la théorie.

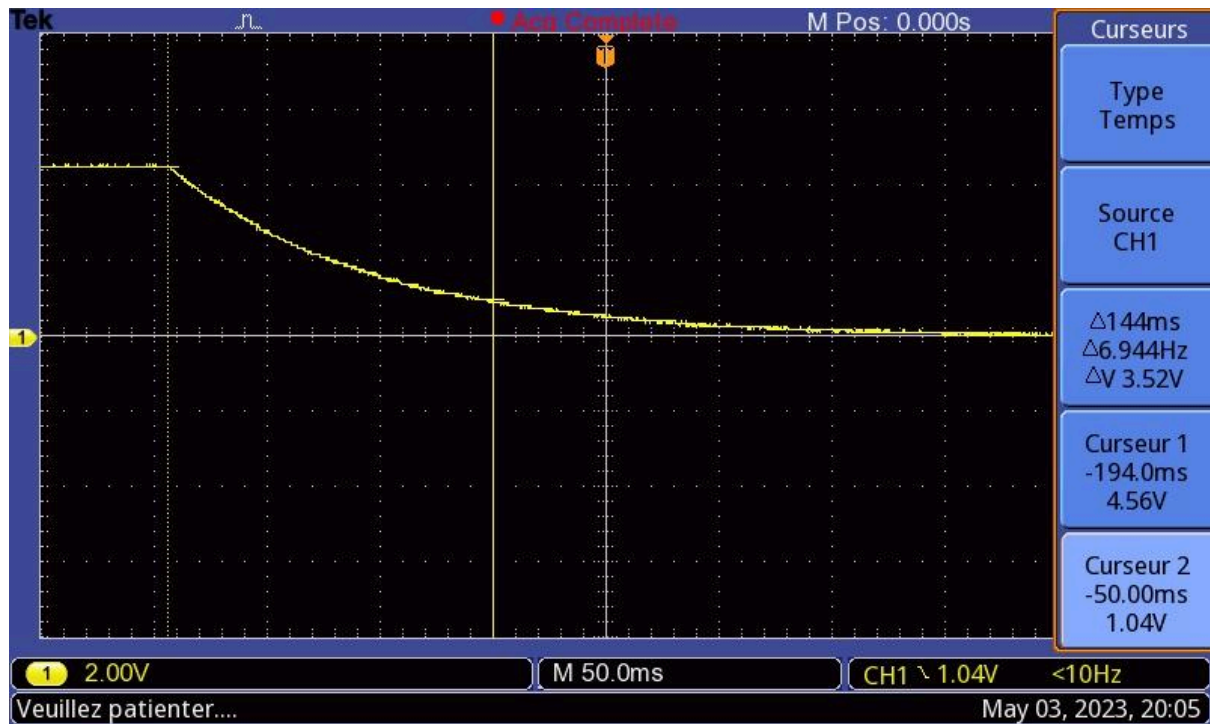
**Th = 27ms**

**TI = 158 ms**

#### 4-4-Mesures (Saé TP Mesures)

- L'objectif des mesures est de comprendre l'effet rebond des boutons poussoirs et de visualiser les rebonds. Pour cela, on câblera un compteur 4 bits sans circuit anti rebonds et ensuite avec un circuit anti rebonds. On placera des LED rouges en sortie. On effectuera des mesures. Puis, on comparera avec la simulation et la théorie.

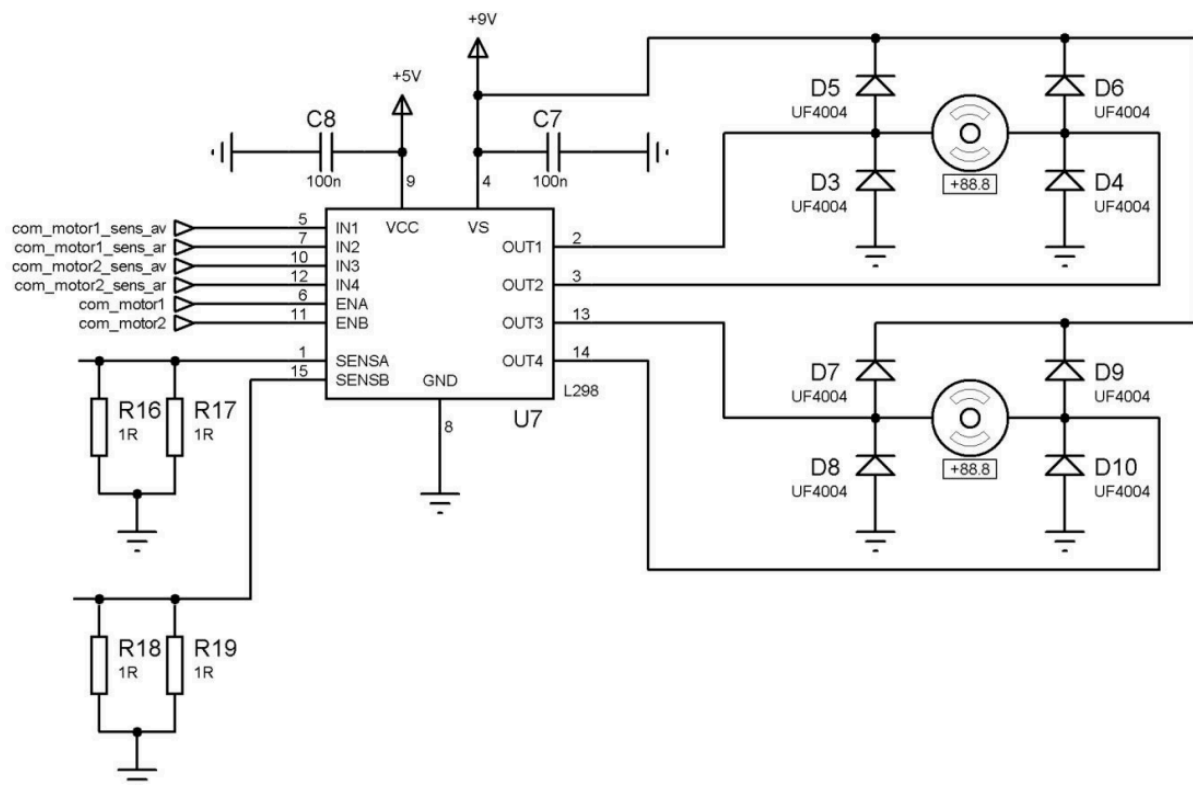




On peut remarquer que le temps  $T_h$  et  $T_l$  sont à peu près les mêmes pour la théorie, la simulation et la pratique.

## 5-La carte commande moteur

### 5-1-Schéma



Les moteurs sont des moteurs à courant continu ayant les caractéristiques suivantes :

- Dimensions : 24 x 10 x 12 mm
- Réduction de 1:30
- Alimentation 3 à 9 V env
- Vitesse à vide @ 6 V : 1000 rpm
- Courant à vide : 120 mA
- Courant maxi en charge : 1600 mA
- Couple : 0,3 Kg.cm
- Pignons en métal
- Arbre en "D"



## 5-2-Etude de la carte (Saé TP Simulation)

- A l'aide de la documentation constructeur, faire une synthèse sur le fonctionnement du C.I. L298.

Le composant L298 fonction grâce à des porte "&" qui vont nous permettent de choisir le sens dans lequel les moteur vont tourner. Nos 2 moteurs seront commandés à l'aide d'une MLI (PWM en anglais).

- Expliquer cette commande.

Par exemple si on veut aller tout droit on va enclencher un type de porte pour que on a les deux moteurs qui avancent et si on veut aller à droite en tournant sur lui-même on va enclencher un d'autre porte "&" qui vont nous permettre qu'une roue tourne pas l'autre.

- Quel est le rôle des diodes ? Indiquer leur nom spécifique. Quelles caractéristiques doivent avoir ces diodes pour notre moteur ? Vérifier que les diodes de référence UF4004 ont bien ces caractéristiques.

Le rôle des diodes est de protéger le circuit en cas de mal branchages du Vcc et GND et de court-circuit. Les diodes doivent avoir une grande capacité pour le courant et ne doivent pas pouvoir laisser passer le courant et la tension dans le mauvais sens.

$V_{RRM}$	Maximum Repetitive Reverse Voltage		50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current .375 " Lead Length at $T_A = 75^{\circ}\text{C}$		1.0							A
$I_{FSM}$	Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave		30							A
$V_F$	Forward Voltage	$I_F = 1.0 \text{ A}$	1.0			1.7			V	
$t_{rr}$	Reverse Recovery Time	$I_F = 0.5 \text{ A},$ $I_R = 1.0 \text{ A},$ $I_{RR} = 0.25 \text{ A}$	50			75			ns	
$I_R$	Reverse Current at Rated $V_R$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	10							$\mu\text{A}$
		$T_A = 100^{\circ}\text{C}$	50							

- A quoi servent les condensateurs de 100nF à film plastique connectés sur les alimentations ?

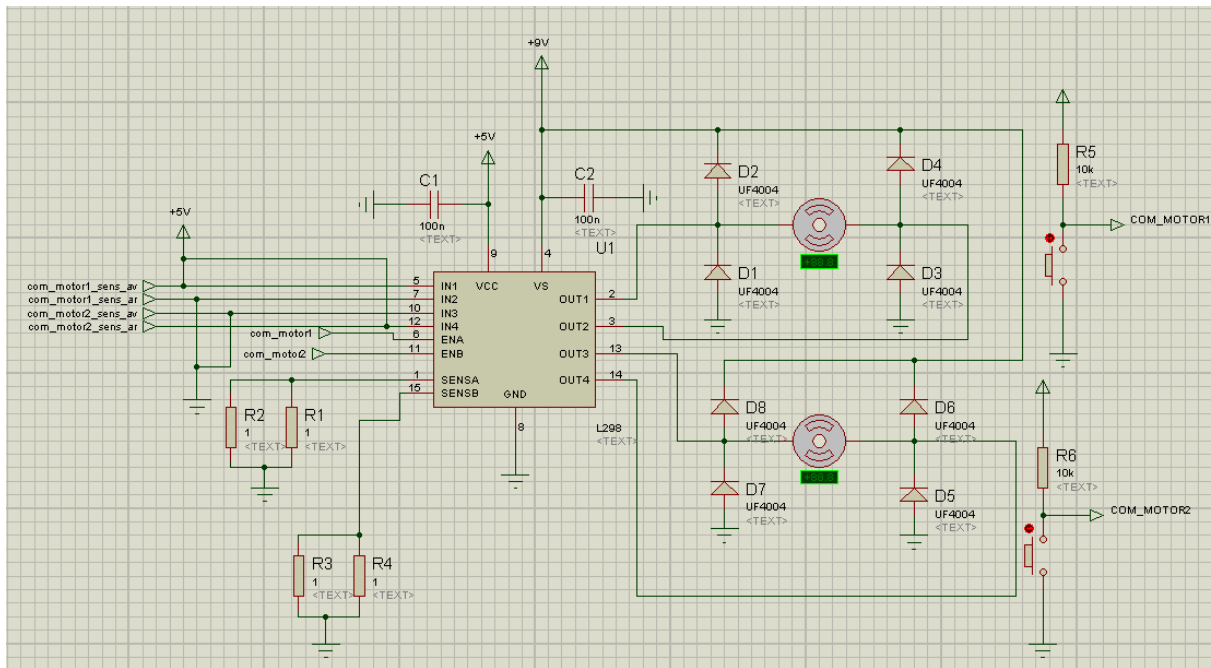
Les condensateurs nous permettent de constater que si il y a une coupure que le système ne s'éteint pas directement.

- A quoi servent les résistances connectées sur les broches SENSE et SENB ? Pourquoi y en a-t-il 2 en parallèle ? Quelle puissance doit avoir une résistance ?

Les résistances connecté sur les broches de SENSE et SENB nous permettent de doubler la le courant qui en sort car les résistance en parallèle de  $1 \Omega$  nous donne  $0.5 \Omega$  qui nous permet de doubler ce qu'on a en tension est de l'avoir en courant. La puissance de la résistance est entre 15 à 35 watts.

### 5-3-Simulation (Saé TP Simulation)

- Dessiner le schéma à l'aide de Isis
- Indiquer et tester les différents générateurs analogiques qui expliquent le fonctionnement du CI.

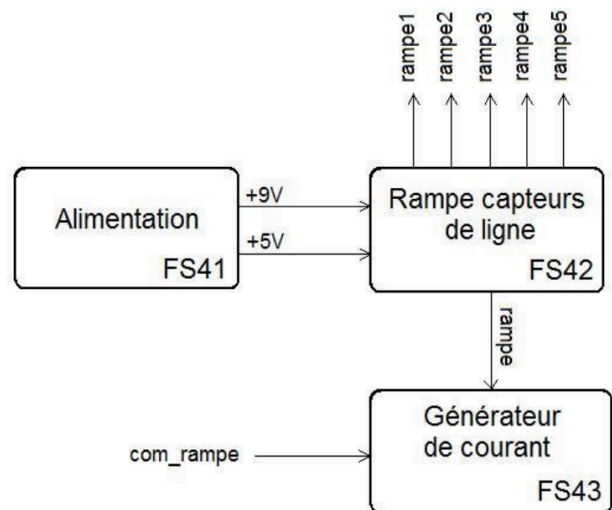


## 6-Carte capteurs de ligne

Le robot Pololu devra suivre une ligne. Pour cela, il disposera d'une carte comprenant une rampe de 5 capteurs CNY70.

### 6-1-Schémas

Le schéma fonctionnel est le suivant :



Le schéma structurel se trouve en annexe.

## 6-2-Etude (Saé Dirigée)

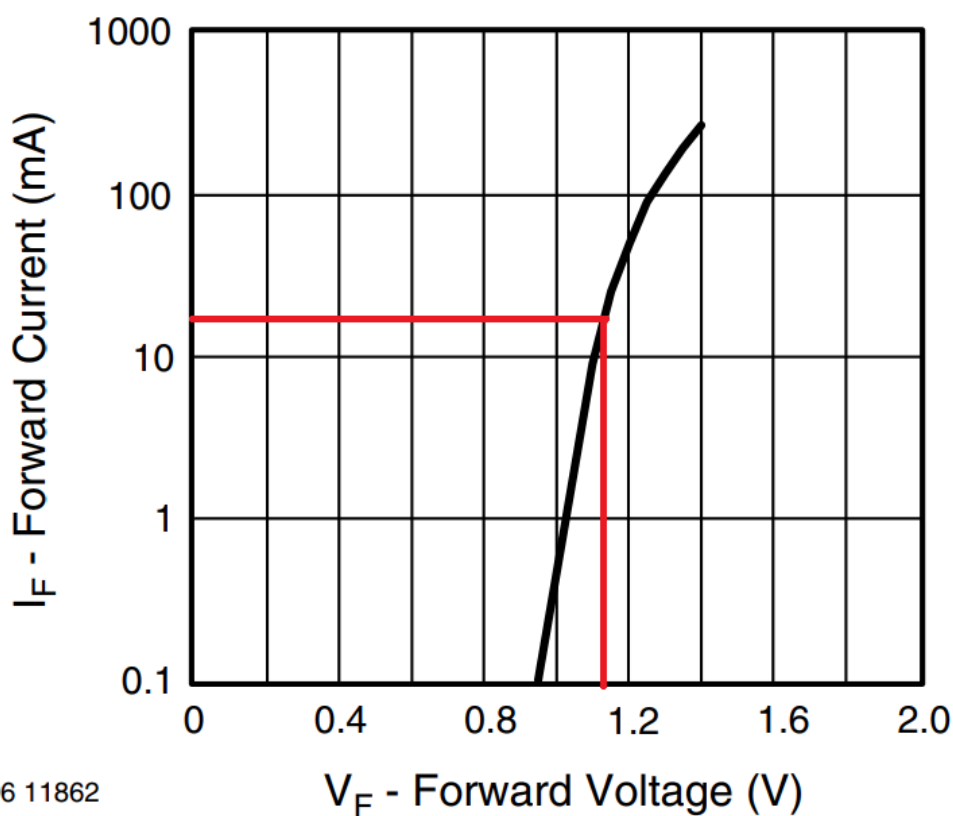
- Quel est le rôle des condensateurs C1 et C2 dans la fonction secondaire FS41 ?

Le rôle des condensateurs C1 et C2 est de protéger le circuit de court-circuit

- Traduire la partie Description de la documentation constructeur du circuit CNY70

Le CNY70 est un capteur réfléchissant qui comprend un capteur infrarouge émetteur et phototransistor dans un boîtier plombé qui bloque la lumière visible.

- Choisir le courant  $I_F$  qui sert à alimenter la photodiode. Quels sont alors la tension aux bornes de la photodiode ( $V_F$ ) et le courant de collecteur du phototransistor ( $I_C$ ) que l'on récupère avec une ligne se trouvant à 0,3 mm du capteur ?





Device	$V_Z (V) @ I_Z^{(2)}$			$Z_Z (\Omega) @ I_Z (mA)$	
	Min.	Typ.	Max.		
1N5221B	2.28	2.4	2.52	30	20

$h_{FE}$	DC current gain	$I_C = 0.1 \text{ mA}; V_{CE} = 10 \text{ V}$	35	–	
		$I_C = 1 \text{ mA}; V_{CE} = 10 \text{ V}$	50	–	
		$I_C = 10 \text{ mA}; V_{CE} = 10 \text{ V}$	75	–	
		$I_C = 150 \text{ mA}; V_{CE} = 1 \text{ V}; \text{note 1}$	50	–	
		$I_C = 150 \text{ mA}; V_{CE} = 10 \text{ V}; \text{note 1}$	100	300	

- Donner l'expression de la résistance RC qui se connecte au collecteur du phototransistor et faire une application numérique.

$$R_C = \frac{U_{rc}}{I_C} \neq \frac{V_{dd}}{I_C}$$

$$A.N.R_C = \frac{5}{1} = 5 \text{ K}\Omega$$

$$R_{Cn} = 5.1 \text{ K}\Omega$$

- Détailler le composant D1 et expliquer son rôle

D1: diode Zener (fixe une tension)

$$I_{Zmin} = 1 \text{ mA} \quad V_Z = 2.4 \text{ V}$$

- Donner l'expression de la résistance R2, faire une application numérique et normaliser la résistance.

$$R_2 = \frac{U_{r2}}{I_f} = \frac{V_Z - V_{be}}{I_f}$$

$$A.N.R_2 = \frac{1.7}{0.02} = \frac{1.7}{2} \times 100 = 85 \Omega$$

$$R_{2n} = 82 \Omega \approx 100 \Omega$$

$$R_1 = \frac{U_{r1}}{I_{r1}} = \frac{V_{dd} - V_Z}{I_b + I_Z} = \frac{V_{dd} - V_Z}{I_{bmax} + I_{Zmin}}$$

- Dans quel mode doit se trouver le transistor Q1 ? Quel est la relation entre IC et IB dans ce mode ?

Q1: mode linéaire

$$\Rightarrow I_c = \beta_{st} \times I_b \quad \text{et } V_{ce} \geq 1V$$

→ doc :  $\beta_{DC}$  (DC current Gain)

- Donner l'expression de la résistance R1, faire une application numérique et normaliser la résistance.

$$R1 = \frac{V_{dd} - V_z}{\frac{I_f}{\beta_{stmin}} + I_{zmin}}$$

A.N

$$R1 = \frac{5 - 2.4}{\frac{0.02}{75} + 0.001} = 2052 \, \Omega \simeq 2200 \, \Omega$$

- Déterminer la tension VCE et justifier le mode du transistor Q1.

$$V_{ce} = V_c - V_e$$

$$V_{ce} = V_{bat} - 5 \times V_f - U_{r2}$$

$$\text{A.N. } V_{ce} = 9 - 5 \times 1.15 - 1.7$$

$$V_{ce} = 9 - 5.75 - 1.7$$

$$V_{ce} = 1.55V$$

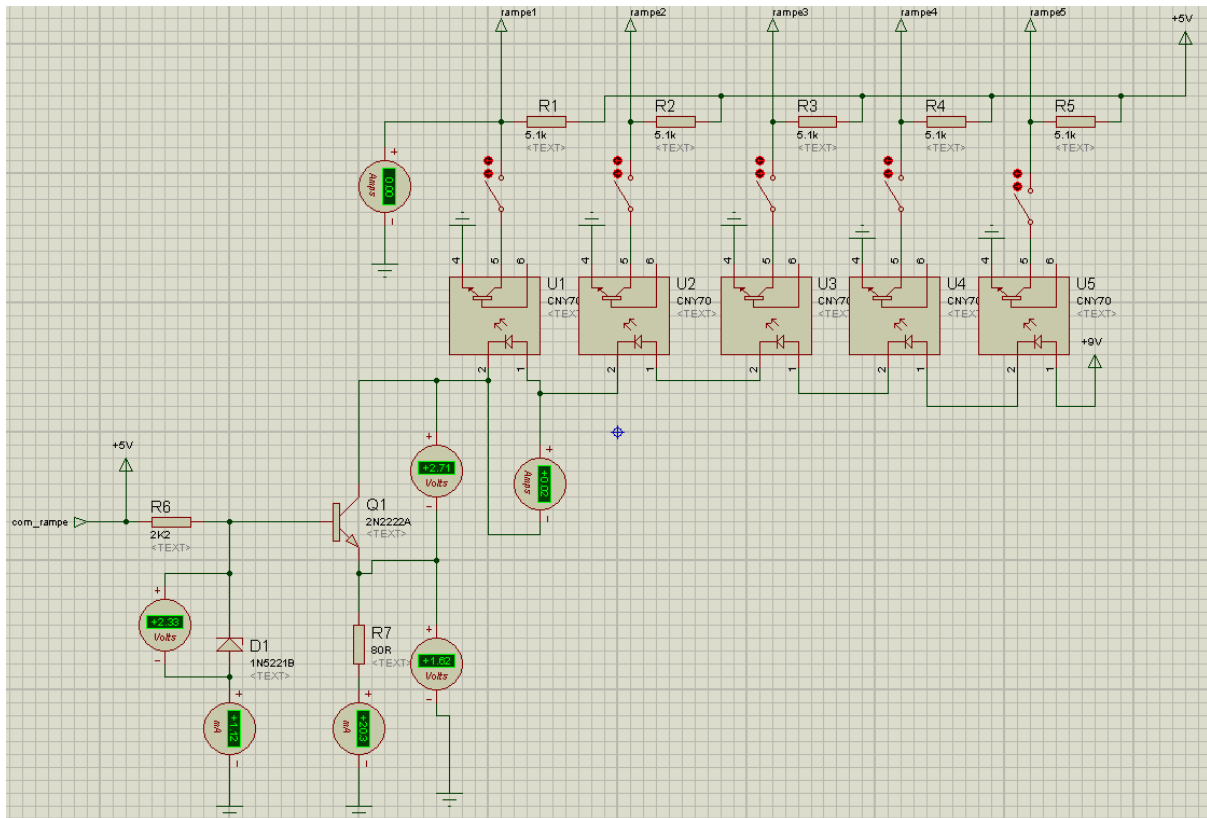
Donc on respecte bien le mode du transistor Q1.

$$CTR = \frac{I_c}{I_f} = \frac{1}{20} = 0.05$$

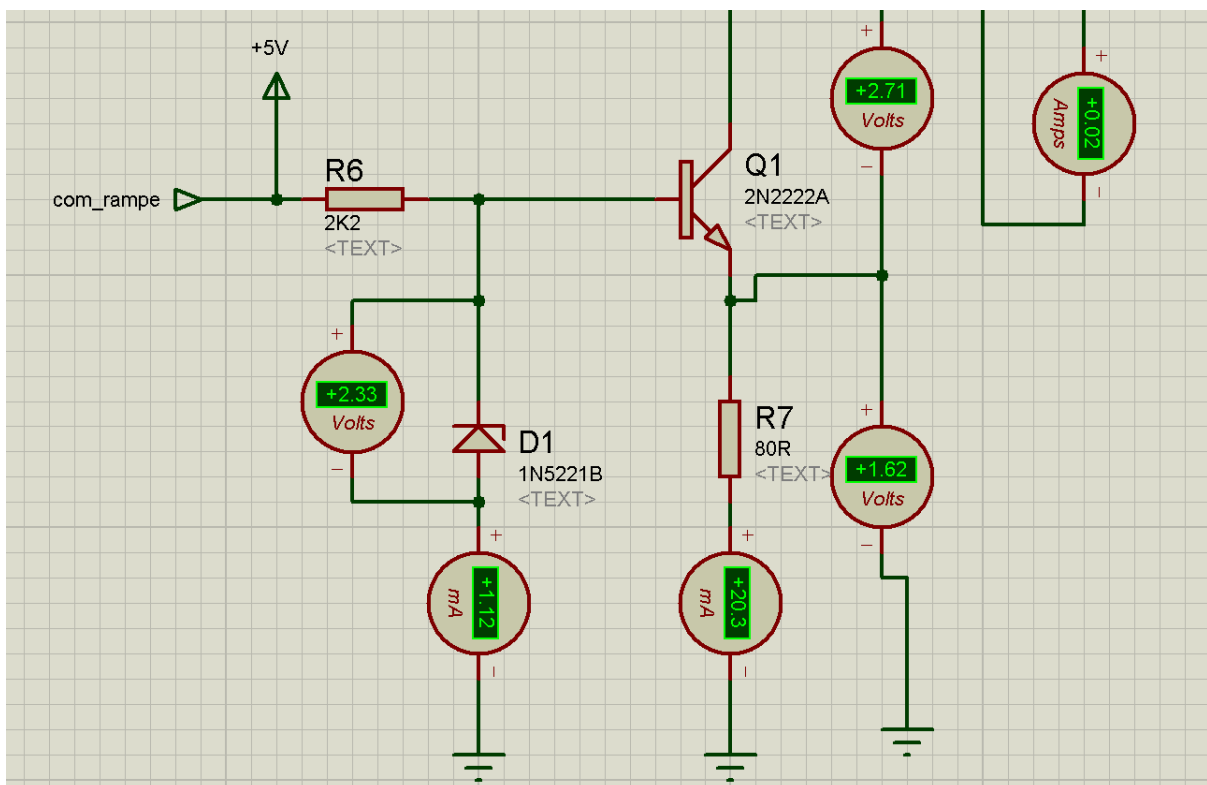
LED emission coeff=1.4

### 6-3-Simulation (Saé TP Simulation)

- Dessiner le schéma de la carte capteurs de ligne. Pour simuler les CNY70, on choisira des optocoupleurs NPN en réglant certains paramètres. Pour simuler la présence ou l'absence d'une ligne, on placera des interrupteurs interactifs au niveau des collecteurs des phototransistors.



- Allumer la rampe et mesurer  $V_Z$  et  $I_Z$  (diode Zéner),  $V_{CE}$  et  $I_C$  (transistor Q1),  $V_F$  (photodiode),  $V_{CE}$  (phototransistor) et comparer avec l'étude.



#### 6-4-Mesures (Saé TP Mesures)

capteur de ligne :

20 mA on a 1.15V

$V_f = 1.15V$

$I_f = 20 \text{ mA}$

$5 \times V_f$

batterie

$$9 - 5 \times 1.15 = 3.25V$$

Mode linéaire:

$$I_c = \beta_{st} \times I_b = h_{fe}(doc) \Rightarrow 75 \text{ min}$$

- Effectuer des mesures et indiquer les conditions pour que le générateur de courant fonctionne.

3.2V

$R_b(\Omega)$	$I_c(\text{mA})$	$V_{ce}(\text{V})$	$V_z(\text{V})$	$I_z(\text{mA})$
3900	10.07	1.2	1.552	1.3
1000	13.61	1.55	1.78	3.7
220	18.32	1.63	2.25	12.4
100	20.83	1.71	2.563	25.86

2V

$R_b(\Omega)$	$I_c(\text{mA})$	$V_{ce}(\text{mV})$	$V_z(\text{V})$	$I_z(\text{mA})$
3900	10.07	1.2	1.552	1.3
1000	13.61	1.55	1.78	3.7
220	18.32	1.63	2.25	12.4
100	20.65	1.71	2.563	25.86

## 7-Alimentation

Le robot a besoin de 2 alimentations :

- une alimentation +9V pour les 2 moteurs et la rampe de capteurs,
  - une alimentation +5V pour les cartes électroniques. L'alimentation embarquée sur le robot est 7 piles de 1,2V rechargeables mises en série. Pour convertir du +9V continu en +5V continu, il a 2 possibilités :
- utiliser un régulateur linéaire,
  - utiliser un régulateur à découpage.

Un régulateur linéaire est un régulateur de tension basé sur un composant actif travaillant dans sa zone linéaire.

Un régulateur à découpage est un régulateur de tension basé sur un composant actif travaillant en commutation.

Le principal avantage des régulateurs à découpage est leur rendement plus élevé et leur taille plus petite.

Le rendement des régulateurs linéaires est habituellement de l'ordre de 40 à 50 %. Lorsque la différence de tension entre l'entrée et la sortie est élevée, le rendement qui en résulte est largement inférieur à 40 %.

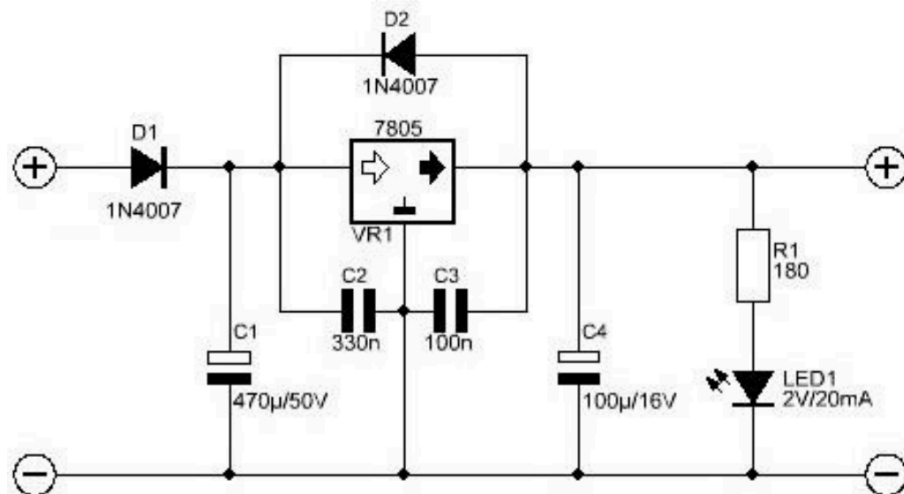
Les régulateurs à découpage ont des rendements typiques de l'ordre de 60 à 90 %.

Les régulateurs à découpage ont donc remplacé les régulateurs linéaires pour les applications requérant un minimum de puissance (quelques watts). Les principaux inconvénients des régulateurs à découpage sont leur plus grande complexité, par conséquent leur coût, ainsi que le bruit HF qu'ils génèrent.

## 7-1-Etude d'un régulateur linéaire (Saé Dirigée)

Le régulateur étudié sera le LM7805 (voir documentation constructeur).

Schéma



- Quelle est la tension d'entrée maximale et la tension de sortie régulée.

Symbol	Parameter		Value	Unit
$V_I$	Input Voltage	$V_O = 5\text{ V to }18\text{ V}$	35	V
		$V_O = 24\text{ V}$	40	

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = +25^\circ\text{C}$	4.80	5.00	5.20	V
		$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}, P_O \leq 15\text{ W}, V_I = 7\text{ V to }20\text{ V}$	4.75	5.00	5.25	

- Quel est le courant de sortie maximum ?

Le courant maximum de sortie est de 1A.

- Quelles sont ses protections internes ?

Les protections internes sont des protections contre les court-circuits et contre les surcharges thermiques.

- Quel est le rôle de la diode D1 et de la diode D2 ?

Le rôle des diodes est de protéger le circuit contre les court-circuits.

- Quelle est la tension maximale que l'on peut avoir aux bornes d'une diode et le courant maximal que peut supporter une diode (D1 ou D2) ?

	Symbols	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Units
Maximum repetitive peak reverse voltage	$V_{RRM}$	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum RMS voltage	$V_{RMS}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Maximum DC blocking voltage	$V_{DC}$	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5mm) lead length at $T_A=75^{\circ}C$	$I_{(AV)}$	1.0							Amp
Peak forward surge current 8.3mS single half sine-wave superimposed on rated load (MIL-STD-750D 4066 method) $T_A=75^{\circ}C$	$I_{FSM}$	30.0							Amps
Maximum instantaneous forward voltage at 1.0A	$V_F$	1.1							Volts

- Quel est le rôle des condensateurs C1 et C4 et indiquer leur technologie.

Le rôle des condensateurs(C1 et C4) est de permettre au circuit de ne pas se couper d'un coup s' il y a une coupure.

- Les condensateurs C1 et C2 sont-ils en série ou en parallèle ?  
Calculer la capacité équivalente.

Les condensateurs(C1 et C2) sont parallèles et sont des condensateurs chimiques.

$$C_{eq} = C1 + C2 = 470 \times 10^{-6} + 330 \times 10^{-9} = 4.7 \times 10^{-4} F$$

- Quel est le rôle des condensateurs C2 et C3 et indiquer leur technologie.

Le rôle des condensateurs(C2 et C3) est de protéger le circuit de surcharge thermique et ils sont des condensateurs plastiques.

- Quel est le rôle de la résistance R1 ? et justifier le choix de sa valeur normalisée.

Le rôle de la résistance est de protéger la led et de produire le courant pour la led.

$$I = \frac{5}{180} = 0.027 A = 27 mA$$

- Quelle est la puissance dissipée maximale du LM7805 avec comme tension d'entrée les 6 piles 1,5V en série.

La puissance dissipée maximale sera de :

$$P_{dis} = U \times I = 9 \times 0.5 = 4.5W$$

- Donner l'équation thermique du composant. En déduire la température maximale de la jonction du composant. Le composant a-t-il besoin d'un dissipateur thermique ?

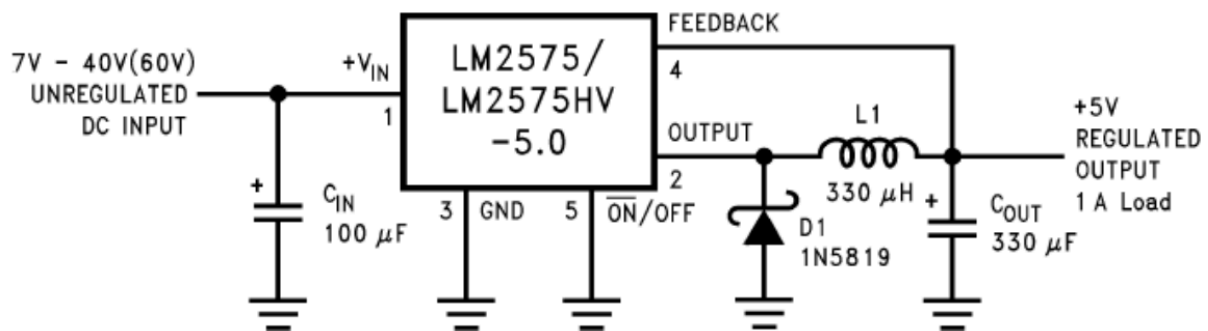
$$T_{max} = P_{dis} \times R_{\theta jc} = 4.5 \times 5 = 22.5^{\circ}C$$

Pour notre utilisation, on n'aura pas besoin d'un dissipateur thermique .

## 7-2-Etude d'un régulateur à découpage (Saé Dirigée)

Le régulateur étudié sera le LM2575 (voir documentation constructeur).

### Schéma



- Quelle est la tension d'entrée maximale et la tension de sortie régulée.

Maximum Supply Voltage		LM1575/LM2575		45V		
		LM2575HV		63V		
V <sub>OUT</sub>	Output Voltage LM1575/LM2575	0.2A ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ 1A, 8V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 40V Circuit <a href="#">Figure 25</a> and <a href="#">Figure 26</a>	5.0	4.850/4.800 5.150/5.200	4.800/4.750 5.200/5.250	V V(Min) V(Max)

- Quel est le courant de sortie maximum ?

I <sub>CL</sub>	Current Limit	Peak Current <sup>(4)(3)</sup>	2.2	1.7/1.3 3.0/3.2	1.7/1.3 3.0/3.2	A A(Min) A(Max)
-----------------	---------------	--------------------------------	-----	--------------------	--------------------	-----------------------

- Quelles sont ses protections internes ?

Les protections internes sont arrêt thermique et limite de courant.



- Quel est le rôle de la diode D1 ? (pour expliquer son rôle, expliquer le fonctionnement d'une alimentation à découpage)  
Est-ce une diode normale ?

Quelle est la tension maximale que l'on peut avoir aux bornes de cette diode et le courant maximal que peut supporter cette diode ?

Le rôle de la diode D1 est de fixer un temps pour le output. Ce n'est pas une diode normale car elle est plus adaptée pour les alimentations qui changent de mode et pour les DC en haute fréquence et les DC convertisseurs.

Symbol	Parameter		Value			Unit
			1N5817	1N5818	1N5819	
$V_{RRM}$	Repetitive peak reverse voltage		20	30	40	V
$I_{F(RMS)}$	Forward rms current		10			A
$I_{F(AV)}$	Average forward current	$T_L = 125^\circ C, \delta = 0.5$	1			A
$I_{FSM}$	Surge non repetitive forward current	$t_p = 10 \text{ ms Sinusoidal}$	25			A

- Qu'est ce que le composant L1 ? Quel est son rôle ?

Le composant L1 est une bobine qui permet de limiter le courant de sortie.

- Quelle est la puissance dissipée maximale du LM2575 avec comme tension d'entrée les 6 piles 1,5V en série.

$$P_{dis} = U \times I = 9 \times 3 = 27 \text{ W}$$

- Donner l'équation thermique du composant. En déduire la température maximale de la jonction du composant. Le composant a-t-il besoin d'un dissipateur thermique ?

$$T_{max} = P_{dis} \times R_{\theta jc} = 27 \times 2 = 54^\circ C$$

Donc le composant n'a pas besoin de dissipateur thermique.

### 7-3-Câblage et mesures d'un régulateur à découpage (Saé TP Mesures)

Câbler sur plaque d'expérimentation le régulateur à découpage. Ajouter une résistance de  $12\Omega$  en sortie.

- Quel est le courant de sortie théorique ?

$$I = \frac{5}{12} = 0.41 \text{ A}$$

- Quelle doit être la puissance de la résistance ?

$$P = 12 \times 0.41^2 = 2 \text{ W}$$

- Ajouter une résistance de  $12\Omega$  en parallèle sur la première.  
Quelle est la résistance équivalente en sortie ?

La résistance équivalente est de  $6\Omega$ .

- Quel est le courant de sortie théorique ?

$$I = \frac{5}{6} = 0.83 \text{ A}$$

- En réglant la tension d'entrée  $V_e$  à +9V avec  $12\Omega$   
Mesurer  $I_e$ ,  $I_s$  et  $V_s$  et calculer le rendement.
- En réglant la tension d'entrée  $V_e$  à +9V avec  $6\Omega$   
Mesurer  $I_e$ ,  $I_s$  et  $V_s$  et calculer le rendement.

R( $\Omega$ )	Ue(V)	Ie(A)	Pe(W)	Us(V)	Is(mA)	Ps(W)	$\eta(\%)$
12	9	0.28	2.52	5	406	2.03	80.5
6	9	0.58	5.22	4.978	823	4.097	78.49

#### Conclusion:

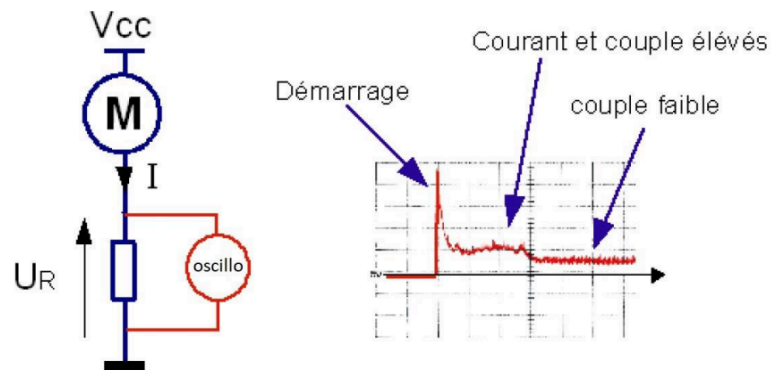
On peut remarquer qu'en passant de 12 à  $6\Omega$  on a doublé toute nos mesure apart Ue

$V_F^{(1)}$	Forward voltage drop	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$I_F = 1 \text{ A}$	0.45	0.50	0.55
		$T_j = 25^\circ\text{C}$	$I_F = 3 \text{ A}$	0.75	0.80	0.85

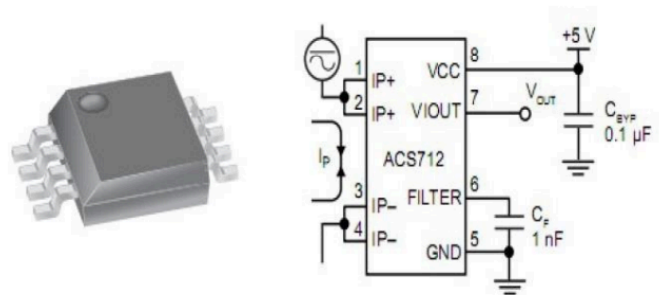
### 8-Carte Filtrage

Les courants moteurs qui sortent de SENSEA et SENSB du L298 sont parasités, il faut donc les filtrer avant de les faire rentrer dans un ADC (Convertisseur Analogique Numérique) du PIC.

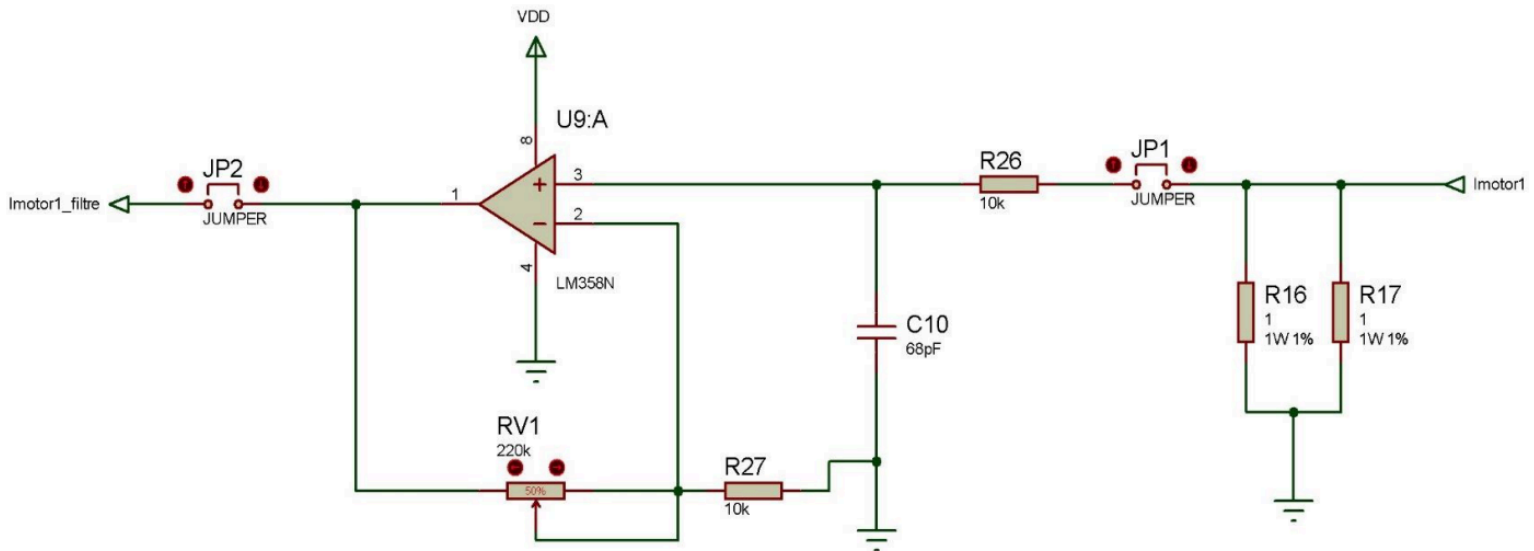
Cette mesure étant directement liée au couple.



Une autre solution pour mesurer le courant est d'utiliser un capteur à effet Hall.



## 8-1-Schéma



## 8-2-Etude de la carte

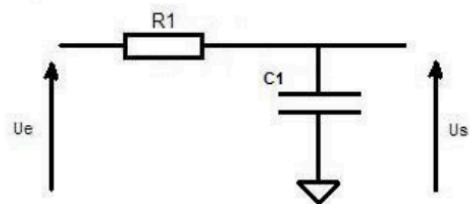
Les jumpers JP1 et JP2 servent à connecter ou déconnecter le circuit de filtrage.

La fonction réalisée par les composants R26 et C10 est un filtre Passe-Bas. Détermination de la fonction de transfert :

$$Z_c = \frac{1}{jC\omega}$$

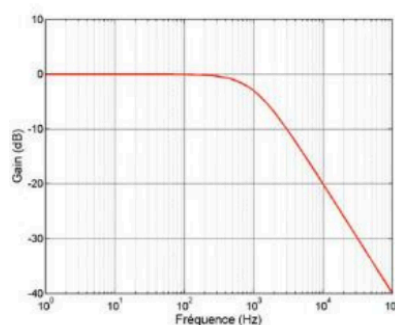
$$U_s = \frac{Z_c}{Z_c + R} U_e = \frac{1}{1 + \frac{R}{Z_c}} U_e = \frac{1}{1 + j\omega RC} U_e$$

$$H = \frac{U_s}{U_e} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$



La technologie du composants C10 est de type céramique (condensateur pur de faible valeur sans effet selfique).

- Pour C10=68pF,  $f_0 = 234 \text{ kHz}$
- Pour C10=1nF,  $f_0 = 16 \text{ kHz}$



- **Fréquence de coupure**
  - atténuation  $1/\sqrt{2}$  (-3 dB)
  - $\omega_0 = \frac{1}{RC}$       $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$
- **Bande passante**
  - gain > -3 dB
- **Filtre du 1er ordre**
  - pente -20 dB/décade (-6 dB/octave)

La fonction réalisée par le CI U9:A, R27 et RV1 est un amplificateur de tension non inverseur car le signal rentre dans l'entrée + du CI. Le circuit U9:A est un AOP (Amplificateur Opérationnel) La spécificité du CI LM358N est qu'il s'agit d'un AOP mono tension. Cela signifie que l'on peut l'alimenter avec une seule alimentation positive. Dans ce cas, la tension de déchets en bas est négligeable. Par contre, celle du haut est plus importante.

### Electrical Characteristics

(VCC = 5.0V, VEE = GND, TA = 25°C, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	LM258			LM358			LM2904			Unit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage	V <sub>IO</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V to V <sub>CC</sub> -1.5V V <sub>O(P)</sub> = 1.4V, R <sub>S</sub> = 0Ω	-	2.9	5.0	-	2.9	7.0	-	2.9	7.0	mV
Input Offset Current	I <sub>IO</sub>	-	-	3	30	-	5	50	-	5	50	nA
Input Bias Current	I <sub>BIAS</sub>	-	-	45	150	-	45	250	-	45	250	nA
Input Voltage Range	V <sub>I(R)</sub>	V <sub>CC</sub> = 30V (LM2904, V <sub>CC</sub> =26V)	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	0	-	V <sub>CC</sub> -1.5	V
Supply Current	I <sub>CC</sub>	R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 30V (LM2904, V <sub>CC</sub> =26V)	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	mA
		R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 5V	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	mA
Large Signal Voltage Gain	G <sub>V</sub>	V <sub>CC</sub> = 15V, R <sub>L</sub> = 2kΩ V <sub>O(P)</sub> = 1V to 11V	50	100	-	25	100	-	25	100	-	V/mV
Output Voltage Swing	V <sub>O(H)</sub>	V <sub>CC</sub> =30V (V <sub>CC</sub> =26V for LM2904) R <sub>L</sub> = 2kΩ	26	-	-	26	-	-	22	-	-	V
		R <sub>L</sub> = 10kΩ	27	28	-	27	28	-	23	24	-	V
	V <sub>O(L)</sub>	V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10kΩ	-	5	20	-	5	20	-	5	20	mV
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	-	70	85	-	65	80	-	50	80	-	dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-	65	100	-	65	100	-	50	100	-	dB

## Expression du gain de cette fonction.

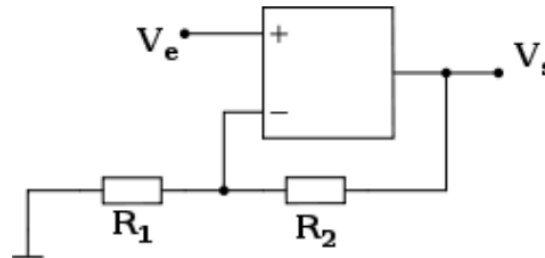
En utilisant les hypothèses d'un amplificateur opérationnel en régime linéaire, on obtient  $v^- = v^+ = v_e$ .

Cela veut dire que le courant passant à travers  $R_1$  est:

$$i_{R_1} = \frac{v_e}{R_1}$$

et ce courant doit aussi passer à travers  $R_2$  parce qu'aucun courant ne rentre dans l'amplificateur. On trouve donc:

$$\begin{aligned} v_s &= v_- + i_{R_2} R_2 \\ &= v_e + \frac{v_e}{R_1} R_2 \\ &= \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_e \\ G &= \frac{v_s}{v_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}. \end{aligned}$$



Gain maxi :

$$G_{\max} = 1 + \frac{R_{2\max}}{R_{1\max}}$$
$$G_{\max} = 23$$

Gain maxi en dB :

$$G_{\max_{dB}} = 20 \cdot \log G_{\max}$$
$$G_{\max_{dB}} = 27,2 \text{ dB}$$

### 8-3-Simulation (Saé Dirigée)

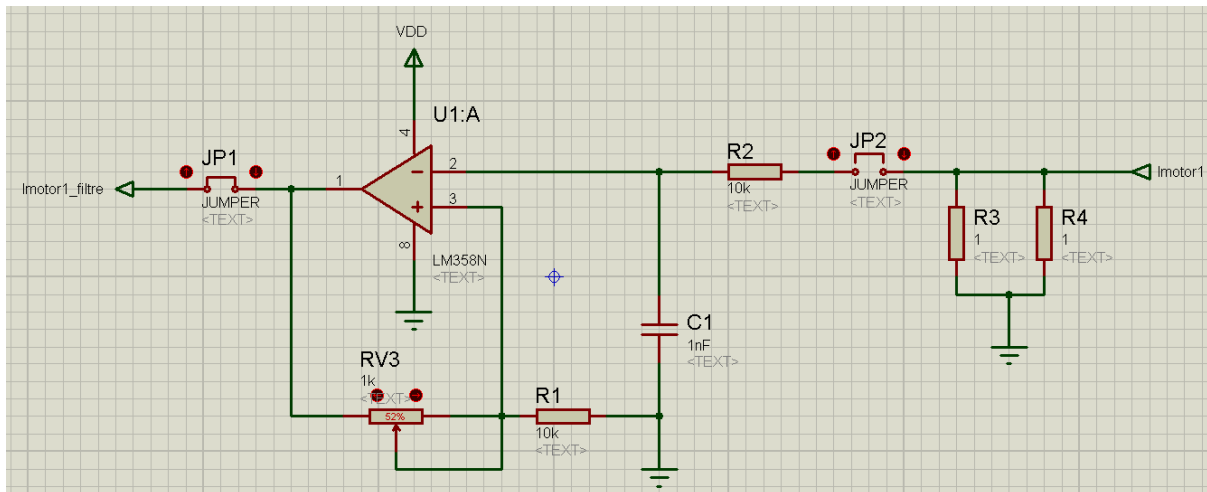
- Dessiner le schéma à l'aide de Isis.

Choisir un potentiomètre interactif (bibliothèque active).

On prendra directement  $C_{10} = 1 \text{ nF}$ .

Le courant moteur aura la forme suivante :

- De 0s à 1s :  $I_{\text{motor1}} = 200 \text{ mA}$  stable,
- De 1s à 1,5s :  $I_{\text{motor1}}$  passe de 200 mA à 1A,
- De 1,5s à 3s :  $I_{\text{motor1}} = 1 \text{ A}$  stable,
- De 3s à 3,5s :  $I_{\text{motor1}}$  passe de 1A à 400mA,
- Au-delà de 3,5s :  $I_{\text{motor1}} = 400 \text{ mA}$  stable.



- Dessinez le générateur PWLIN qui correspond à ce courant et branchez- le en entrée du montage.
- Dessiner le graphe à la sortie du filtre.

On veut un gain de 6 au niveau de l'amplificateur.

- Calculer la valeur de la résistance ajustable et la position du curseur en pourcentage. Dessiner le graphe à la sortie de l'amplificateur.

On veut maintenant un gain de 10 au niveau de l'amplificateur.

- Calculer la valeur de la résistance ajustable et la position du curseur en pourcentage. Dessiner le graphe à la sortie de l'amplificateur. Expliquer la courbe obtenue.
- Que faut-il faire pour obtenir une courbe correcte dans ce cas sans changer l'alimentation ? Dessiner le graphe à la sortie de l'amplificateur avec la nouvelle solution.
- Pour notre moteur, quel doit être le réglage de RV1 ?

On désire maintenant tracer le diagramme de Bode en amplitude de la carte.

- Que faut-il faire en simulation ?

La fréquence de coupure à -3dB indique la bande passante

- Avec un gain de 1, mesurer la bande passante et comparer avec la théorie.

Avec le gain maximum, mesurer le gain et la bande passante, puis comparer avec la théorie.

Quel est la pente après la fréquence de coupure ? Est-ce normal ?

On veut ajouter des parasites en entrée de la carte.

- Proposer un montage.

Visualiser les différentes courbes à l'entrée du filtre, à la sortie du filtre et à la sortie de l'étage amplificateur.

#### **8-4-Mesures (Saé Dirigée)**

- Mesurer le courant moteur du robot Pololu.
- De quelle nature sont les parasites ? Quelle est la fréquence des parasites ? Déterminer la capacité du filtre qui convient le mieux à notre robot pour mesurer le courant.
- Mettre en place le filtre et mesurer le courant moteur du robot Pololu à la sortie du filtr

Conclusion : J'aime lamart car c'est un professeur intéressant

Mattéo Paternotte